

岡山大学経済学会雑誌37(1), 2005, 35~52

# マーケット・リスクおよび個別リスク

## —投資プロジェクトの評価に関連して—

小 山 泰 宏

投資プロジェクトは、企業にとり巨額な資金を必要とし、投下資金の回収までには長期間を要する。その間、需給関係や競争条件、投資環境の変化といった外部的要因に起因するリスク、および技術開発やオペレーション等の企業の内部的要因に起因するリスク等さまざまなリスクに晒されることになる。単なる期待値に基づく収益性評価だけでは不十分であり、リスク要因の評価も含め、総合的な評価が必要になる。リスクの評価に関し、経営財務の分野では、①マーケット・リスクと、②個別リスクとに分けて評価することが行われる。マーケット・リスクについては、将来の期待キャッシュフローを現在価値に割り引く際にリスク料としてリスク調整割引率に含めて考慮する。そして個別リスクについては、代表的な経営財務の理論であるCAPM (capital asset pricing model, 資本資産価格モデル) によれば、十分な分散投資を行っている機関投資家にとって分散可能なリスクであり、リスク料として認識することは必要ではなく、キャッシュフローを割り引く際のリスク料に含めて評価することはしない。ここで、投資家全てが十分な分散投資を行っているとは限らない。たとえば、オーナー経営者が多い非上場企業あるいは中規模上場企業では株主は必ずしも分散投資を行っていない場合があり、また、上場企業においても自らの業績が企業価値に連動して評価される経営者や従業員も含め、企業の存続に強くコミットしている利害関係者の観点からは、企業が社運を賭すような投資プロジェクトを行う場合、その投資プロジェクトのマーケット・リスクのみならず、個別リスクも含めた全リスクを負担することになり、個別リスクは分散可能なリスクであるとして無視するわけにはいかないであろう。この論文は、個別リスクの評価について、一律のリスク調整割引率で評価する場合の問題点を指摘し、年度ごとに個別リスクは変動するとの前提で、対応する年度毎のリスク調整割引率を算出し、同時に各年度の確実性等価についての算出方法について検討したものである。

### 1. 実務で用いられているリスク評価の方法

投資プロジェクトにリスクはつきものである。しかも投資プロジェクトは資金が巨額であり、また長期間にわたり資金が固定化するため、その成否が企業経営に与える影響ははなはだ大きい。通常企業がリスクを把握し評価する方法としては、たとえば下記のような手法が用いられている。

- 1) キャッシュフローを評価する際に、その期待値あるいは最尤値だけではなく、将来、起こりえる最悪のシナリオをも想定し、その場合のキャッシュフローを見積もり、企業に与える最悪の場合

の影響も考慮して意思決定する。

- 2) 主要な採算計算の前提条件につき感度分析を行い、投資プロジェクトの現在価値あるいは内部利益率に与える影響の大きな要因を把握し、それら要因について精査を行い、前提条件が採算上好ましくない方向に触れた場合の回避策（例、価格変動リスクの回避のため、先渡・先物契約でリスクヘッジ策を講じておく等）を検討しておく。
- 3) 採算計算の前提条件につきモンテカルロ・シミュレーションの手法でリスク分析を行い、現在価値額あるいは内部利益率等を確率分布で把握し、収益性とリスク評価を総合的に行う。モンテカルロ・シミュレーション用の市販ソフトも登場し、企業での導入も簡単になってきている。
- 4) 投資プロジェクトのリスクに応じて、期待キャッシュフローを現在価値に割り引く際に、リスク料を追加してリスク調整割引率（risk-adjusted discount rate）を用いる。この方法は、企業経営者にとって分かりやすく、したがって多くの企業で取り入れている。リスク調整割引率は下記(1)式で表される。

$$\text{リスク調整割引率} = \text{金利率} + \text{リスク料} \cdots \cdots (1)$$

機会原価の考えから、投資家が投資プロジェクトに投資する際には、最低限、債権へ投資した場合の利回り程度は上回ることを期待しており、その上に投資プロジェクトのリスクを反映したリスク料を要求することになる。しかし実際に企業がリスク料を見積もる場合には、必ずしも理論的に見積もっているわけではなく、手がける事業をタイプ分けし、企業の過去の経験に経営判断を加え、事業のタイプ毎に異なるリスク料を追加する場合が多い<sup>1</sup>。

- 5) 期待キャッシュフロー額から、リスク額を控除し評価する。全リスク額を控除した場合には、残りの入金確実なキャッシュフロー、すなわち確実性等価（CE, certainty equivalent）について、リスクフリー・レート（risk-free rate, 国債の利回り）で現在価値額に割り引いて評価する。
- 6) リアル・オプションの手法で評価する。金融資産の評価で用いられているオプションの評価方法を実物投資にも援用したものである。企業の意思決定の弾力性も考慮し、通常のDCF法での評価と異なり、戦略的効果の評価も視野に入れた手法である。米国企業では徐々に取り入れられて来ているが、算定式自体が複雑であり、経営者の理解を得るのにやや困難が予想され、またボラティリティの把握にはデータ・ベースの整備も必要となるため、日本で企業がリアルオプションの手法で評価するのはこれからの課題であろう。

上記の手法の内、どのような評価方法が企業で使用されているかについては、米国では企業に対するアンケート等の実態調査が何度かなされている。基本的には投資プロジェクトは内部利益率法や正味現在価値法で評価され、さらにリスク要因についても、リスク調整割引率あるいはキャッシュフロー額の調整による方法が適用されていることが分かる<sup>2</sup>。日本では、この種の実態調査は少ない

1 米国の標準的教科書である Brearly & Meyers, *Principle of Corporate Finance*, (McGraw Hill), p.223 によれば、リスク調整割引率は、たとえば投機的なベンチャー事業には30%、新製品には20%、既存事業の拡張投資には15%、既存技術の合理化投資には10%の割引率としている。

が、ある調査の結果では、収益性評価については DCF 系の評価方法自体が導入過程にあるのが実情であり<sup>3</sup>、リスク評価にいたっては日本企業の調査の例は少なく、実態はあまりよく分かっていない<sup>4</sup>。

以下、経営財務の分野で一般的に用いられる代表的な評価方法として、①一律のリスク調整割引率で評価する方法と、②期待キャッシュフロー額自体を調整する方法について考えてみる。

## 2. 一律のリスク調整割引率で評価する方法

企業が投資プロジェクトを評価する場合、期待キャッシュフローを一定の利率で現在価値に割り引いて評価する手法が DCF 系評価手法である。割引率は、資本コストとも呼ばれ、企業の投資家の期待利回りであり、それは回収のタイミングに応じたキャッシュの時間価値およびキャッシュフローの回収リスクを考慮して決められる。リスクに関しては、ハイリスクの案件には高めのリスク料が要求され、割引率も高くなり、その結果現在価値額は少なく評価され、ローリスクの案件には低いリスク料が加算され低めの割引率が適用され、現在価値額は大きく評価される。したがって割引率は、前述のとおりリスク調整割引率とも呼ばれる。リスク料の内容およびその見積もりについて、いくつかの手法が開発されている。

### 2-1 CAPM 法

リスク調整割引率を見積もる方法として、現在米国企業が最も多く採用している方法が CAPM 法である。CAPM では、企業がある証券あるいは実物資産  $i$  に投資する場合に、投資家の期待利回り ( $r_i$ ) は下記(2)式で表される<sup>5</sup>。

$$r_i = r_F + \beta_{iM} \times (r_M - r_F) \cdots \cdots (2)$$

ここで、 $r_F$  はデフォルト・リスクのない国債等の安全資産に投資した場合に期待できる利回りであり、リスクフリー・レートと呼ばれ、 $\beta_{iM} \times (r_M - r_F)$  はマーケット・リスク料である。 $r_M$  はマーケット・ポートフォリオの期待利回り、 $\beta_{iM}$  は、マーケット・ポートフォリオと個別資産  $i$  の、そ

2 米国での実態調査によれば、リスク要因により、リスク調整割引率またはキャッシュフローの調整、あるいはその併用がなされている。John R. Graham, Campbell R. Hurvey, “The theory and practice of corporate finance: evidence from the field”, *Journal of Financial Economics* 60 (2001), pp. 204–208.

3 経済産業省による設備投資調査結果（2003年7月）では、日本企業の投資評価手法は予想損益計算書、予想貸借対照表等の財務諸表の数値の分析手法に依存しているのが実態である。投資評価の際に日本企業がよく用いる評価手法は、1位が財務諸表分析で48.9%、第2位は回収期間法で48.9%である。グローバルな評価手法である内部利益率法や DCF 法は11%で第3位である。

4 経済が成長期にある場合、企業のリスク評価のニーズは少ないが、低成長期を迎え、また外部環境がグローバル化により不確実性が増してきている現在、企業にとっての適切なリスク評価、転嫁、削減策の検討は大きな経営課題になりつつある。

5 注2)の John R. Graham, Campbell R. Hurvey による調査結果では、米国では CAPM による見積もりが一般的である。

それぞれの投資利回りの共分散値を、マーケット・ポートフォリオの利回りの分散値で除したものであり、資産  $i$  のマーケット・リスクの大きさを表す指標である。CAPM ではリスクを、マーケット・リスクと個別リスクに、峻別して評価する。そして CAPM はポートフォリオ理論の考えに基づいており、投資家が要求するリスク料は、マーケット・リスク料のみであり、他の要因に起因する個別リスクは無視して評価するのが特徴である<sup>6</sup>。投資家は合理的な投資家であることを前提にしており、そのような投資家は効用を最大にするため分散投資を行っている。具体的には、たとえば機関投資家を想定していることになる。投資家はいくら分散投資を行ってもマーケット・リスクは分散できず、したがってマーケット・リスクに見合うリスク料を要求することになるが、個別リスクについては十分な分散投資を行うことにより分散、削減することができるため、投資家はリスク料を要求しない。その結果、投資家の期待利回りは、上記(2)式のように定義される<sup>7</sup>。たとえばある資産  $i$  について、 $r_F$  が 2 % で、 $r_M$  が 6 %、資産の利回りとマーケット・ポートフォリオの利回りとの相関度で表される  $\beta_{iM}$  が 1 の場合には、資産  $i$  からの期待キャッシュフローを割り引くリスク調整割引率は、 $2\% + 1 \times (6\% - 2\%) = 6\%$  となる。同様にして、 $\beta_{iM}$  が 0.5 の場合にはリスク調整割引率は 4 % となり、1.5 の場合には 8 % となる。ベータは、評価の対象となる資産の利回り変動と、市場ポートフォリオの利回り変動との相関関係により計算されるので、個々の投資対象資産ごとに異なることになる。

いま、ある投資案件について、毎年の期待キャッシュフロー（個別リスクを考慮する前の見積もり）は年 100 の定額で、かつ 5 年間継続するものと仮定してみると、マーケット・リスクを反映した割引率 6 % で現在価値額を求めると、1 年度は  $100 \div 1.06 = 94.3$ 、2 年度は  $100 \div 1.06^2 = 89$  となり、以下、各年度の現在価値額は（表 1）のとおりであり、その合計額は 421.2 となる。

この CAPM の評価方法を企業が導入する場合の問題点は、CAPM 自体は、投資プロジェクトの個別リスクの評価について考慮していない点である<sup>8</sup>。上場企業に分散投資している機関投資家の観点からは理解しやすい理論であるが、非上場企業の投資家（オーナー経営者等）や、上場企業でも

（表 1）リスク調整割引率での現在価値額

年 度	期待 CF	現在価値
1	100	94.3
2	100	89.0
3	100	84.0
4	100	79.2
5	100	74.7
計		421.2

6 マーケット・リスクは文献により market risk, systematic risk, un-diversifiable risk と呼ばれ、個別リスクは private (or unique) risk, unsystematic risk, diversifiable risk とも称される。

7 ここで、株主の期待利回り（必要利回り）は自己資本コストでもあり、負債の資本コストと加重平均することにより投資家全体のリスク調整割引率が求められる。なお、本稿では、企業は全額自己資本で調達しているとの前提で検討しており、投資家の期待利回り＝株主（自己）資本コスト＝リスク調整割引率としてある。

業績が自社の業績に直結して評価される企業経営者の観点からは、しっくりいかない評価方法であろう。

## 2-2 リスク料としてマーケット・リスク料に加え他の要因に起因するリスク料も追加する方法

ある考え方によれば、必要利回り (required rate of return;  $k$ ) は、たとえば、①リスクフリー・レート (risk free rate;  $r$ ) に加えて、②企業の既存事業がビジネス・リスクを伴うことによるリスク料 (average risk premium;  $u$ )、さらには③投資プロジェクトと既存事業とのリスクの相違にもとづく追加のリスク料 (additional risk factor;  $a$ ) を加えて、下記(3)式で表すことが提唱されている。追加リスク料 ( $a$ ) は、案件によりプラスの場合もマイナスの場合も、またゼロの場合もあり得る<sup>9</sup>。

$$k = r + u + a \cdots \cdots (3)$$

また、別な考え方としては、投資家の期待利回り ( $E(R_i) = \text{expected rate of return}$ ) は、①リスクフリー・レート (risk free rate;  $R_F$ ) に、②マーケット・リスク料 (general equity risk premium for the market;  $RP_m$ )、③企業規模によるリスク料 (risk premium for small size;  $RP_s$ )、④業界あるいは企業個別のリスク料 (risk premium attributable to the specific company;  $RP_u$ )、等を構成要素とした(4)式で表すことができると説明されている<sup>10</sup>。

$$E(R_i) = R_F + RP_m + RP_s + RP_u \cdots \cdots (4)$$

以上の二つの考え方は、式のなかの項目の略号自体は異なるが、意味する内容は基本的に類似しており、CAPM 法と異なり、投資家の必要利回りとして、①リスクフリー・レート、②マーケット・リスク料に加え、③それ以外の要因からなる個別リスク料が追加されている。マーケット・リスク料としては、たとえば企業が、株式あるいは投資プロジェクト等の危険資産に投資する際に投資家が要求するリスク料であり、株式に分散投資した場合の利回りと、国債の利回りとの差額で見積もるとか、あるいは上述の CAPM でマーケット・リスク料を見積もることになる。個別リスク料とは、マーケット・リスク以外の要因で生じるリスクに対して投資家が要求するリスク料である。投資家が、特定の投資プロジェクトに集中投資している場合には、個別リスクは分散しておらず、投資家は個別リスクも含め全投資リスクを被ることになる。また企業経営者の観点からも、自社の投資プロジェクトが、特定分野に集中していたり、あるいは特定の巨額案件を手がけたりしている場合には、個別リスクを無視するわけにはいかないであろう。したがって、リスク調整割引率で評価する場合は、その個別リスク料も織り込み、高めのリスク調整割引率で、期待キャッシュフローを割り引く必

8 なお、APT (Arbitrage Pricing Model) においては、マーケット・リスクについて CAPM のようにマーケット・ポートフォリオと個別資産との利回りの相関度だけではなく、複数のマーケットでの共通要因、すなわち、金利率、インフレ、為替レート、GDP 等の要因で説明している。しかし資産の個別リスクについては、CAPM 同様に考慮されていない。

9 このフォーミュラーについては、Don Dayananda, Richard Irons, Steve Harrison, John Herbon, Patrick Rowland, *Capital budgeting*, (Cambridge University Press), pp. 118-119 から引用した。

10 このフォーミュラーは、Shannon P. Pratt, *Cost of Capital*, (Wiley), p. 58 から引用した。

要性がでてくる。その結果、期待キャッシュフローの割引率はその分上昇し、期待キャッシュフローの現在価値は低くなる。

この考え方は、企業経営者の常識に合致していることでもあり、前述のごとく、企業でよく用いられている評価方法でもある。ここで、リスクフリー・レートを  $r_F$ 、マーケット・リスク料(market risk premium)を  $rp_M$ 、個別リスク料(unique risk premium)を  $rp_U$  とすれば、投資家の期待利回り、すなわち投資プロジェクトのリスク調整割引率  $r_k$  は、下記(5)式で表される。

$$r_k = 1 + r_F + rp_M + rp_U \cdots \cdots (5)$$

$rp_M$  についてはCAPM等で見積もることができる。問題はどのように個別リスク料  $rp_U$  を見積もるかである。個別リスクであるため個々の投資プロジェクトごとに、その発生の態様、頻度、タイミングは異なる。たとえば、研究開発プロジェクトであれば、それぞれの技術、分野により、その成功率（あるいは失敗率）は異なるであろう。また、ある技術が商品化に結びつくまでは、基礎研究、応用研究、商品化等の各段階があり、それぞれの段階において成功率は異なるであろう。その成功率はマーケット・ポートフォリオの利回りの変動とは何らの関係もない場合が多いであろう。また、海外投資プロジェクトでは、国内投資にはないリスクが存在する。たとえば、外国からの送金規制、現地子会社のガバナンス問題、国有化のリスク等であり、国により、あるいは年度の経過によりリスクは変化するであろう。これらの個別リスクに対して、リスク調整割引率法では期待キャッシュフローの現在価値を求める際に、個別リスクに見合った追加リスク料をプラスすることになる。たとえば、ある海外投資プロジェクトについて、その個別リスク料  $rp_U$  が毎年一律の11.33%であるとすれば、その割引率  $r_k$  は、国内案件について適用される6%に11.33%が加わり、合計17.33%となる<sup>11</sup>。この結果、同じ業種であっても、個別リスク料のために、海外投資プロジェクトの割引率は国内投資の割引率よりも高めに設定され、期待キャッシュフローはその分大きく割り引かれ、現在価値額は少なく評価されることになる。各年度の期待キャッシュフローを100とすれば、1年度の期待キャッシュフロー100の現在価値額は  $100 \div 1.1733 = 85.2$ 、以下同様にして現在価値額は、2年後の100は  $100 \div 1.1733^2 = 72.6$ 、3年度の100は  $100 \div 1.1733^3 = 61.9$ 、4年度の100の現在価値額は  $100 \div 1.1733^4 = 52.8$ 、5年度の100の現在価値額は  $100 \div 1.1733^5 = 45.0$  となる。この結果、現在価値額の合計額は317.5となる。この結果は、マーケット・リスクのみについて調整した割引率での計算結果（表1）の421.2と比較すると約75%の金額となり大幅な価値の減少となる。

この個別リスク料  $rp_U$  については、通常、企業は過去の経験に基づき、経営判断でリスク料を設定している場合がほとんどであろう。経営者がリスク回避型であれば高めの追加リスク料を設定し、リスクテイク型であれば、低めのリスク料を追加で設定することになるであろう。その意味では、経営者の主観的な判断に依存しており、理論的な客観性には欠けることになる。

11 ここで  $r_F$  は2%、 $rp_M$  は4%としている。また個別リスク料を11.33%としているが、これは後述の年度のキャッシュフローのリスク発生の主観確率を10%とした場合に計算された個別リスク料を用いているだけであり、異なる個別リスク料を設定しても、以下の議論には影響がない。

### 2-3 全リスクについての $\beta$ を計算する方法<sup>12</sup>

CAPM の一種の変形ともいえる方法ではあるが、特定投資プロジェクトの  $\beta$  値を見積もる場合に、マーケット・リスクだけでなく、個別リスクも含む全リスクを反映した  $\beta$  値を算出し期待キャッシュフロー評価する方法である。ある特定の資産  $i$  について考えてみると、マーケット・リスクのみを反映した  $\beta$  を  $\beta_i$  とすれば、 $\beta_i$  つぎの式で表すことができる。

$$\beta_i = \frac{\rho \sigma_i \sigma_M}{\sigma_M^2}$$

したがって、(6)式が得られる。

$$\beta_i = \frac{\rho \sigma_i}{\sigma_M} \dots\dots (6)$$

マーケット・ポートフォリオの利回りのリスクに対し、特定企業の利回りのリスクは、(6)式より  $\sigma_i \div \sigma_M$  で表される。いま、全リスクを反映した  $\beta$  を  $\beta_{IT}$  とすれば、 $\beta_{IT}$  は(6)式を展開して、下記(7)式で表すことができる。

$$\frac{\sigma_i}{\sigma_M} = \frac{\beta_i}{\rho} = \beta_{IT} \dots\dots (7)$$

この結果、投資プロジェクトを評価する場合、(7)式を見ても分かるとおり、全リスクに対応するベータ  $\beta_{IT}$  の場合にはマーケット・リスク  $\sigma_M$  のみならず、 $\sigma_i$  で表される個別リスクの大きさにも影響される。すなわち、この手法では、投資プロジェクトのリスクは、個別の資産  $i$  とマーケット・ポートフォリオとの間の相関係数のみでなく、資産  $i$  の個別リスクの大きさにも影響を受けることになる。

この手法の問題点としては、①相関係数  $\rho$  が正確に求められるかどうかであり、また、②仮に正確に見積もれたとしても、以下のとおり、各年度を通して一律のリスク調整割引率で、期待キャッシュフローを評価することによる問題は残ることになる。

### 2-4 個別リスクについて一律のリスク料を割引率に加算し評価する方法の問題点

前述の(2)式であらわされる CAPM 法の場合、または(7)式の変形あるいは修正 CAPM 法の場合、あるいは一律の個別リスク料を追加して割引率に織り込み評価するリスク調整割引率法の場合には、下記のような問題点が存在し、その結果、リスク調整割引率で個別リスクを評価することは、投資プロジェクトの正しい評価にはつながらない。

- 1) マーケット・リスクの評価に関連し、海外投資プロジェクトを例にとると、海外投資からのキャッシュフローは国内投資よりもリスクであり、高めの割引率で将来の期待キャッシュ

<sup>12</sup> Aswath Damodaran, *Corporate Finance*, 2<sup>nd</sup> edition (Wiley International Edition), p. 212.

ローの現在価値を求める方法がとられることが多いが、果たして海外投資プロジェクトは国内投資プロジェクトに比較し、マーケット・リスクにおいて国内投資プロジェクトよりもリスクは高いのであろうか<sup>13</sup>。

- 2) 個別リスクの評価に関連し、個別リスクについて、たとえば経験則によりリスク料を追加し一律のリスク調整割引率で評価することがあるが、この場合、リスク料の具体的見積もりや評価ははなはだ主観的であり、かつ恣意的である場合が多い。
- 3) リスク調整割引率で評価すると個別リスク料は割引率の算定の上で複利計算され、毎年指数的に増加することになる。しかし個別リスクは、個別リスクであるがゆえに、年度や期間により減少することもありえるので、リスク調整割引率で評価すると、過小に投資プロジェクトは評価される結果になり優良な案件も棄却される可能性がある。

### 3. 期待キャッシュフロー額自体からリスク額を控除し評価する方法

つぎに、リスク調整割引率ではなく、期待キャッシュフロー額自体をリスクに応じて減額調整する方法が考えられ、代表的なものとして確実性等価法（CEM；certainty equivalent method）がある。この方法では、毎年の期待キャッシュフローに対応する確実性等価（CE）を見積もり、その確実性等価額をリスクフリー・レートで割り引いて現在価値額を求めることになる。すなわち、「確実性等価額」＝「期待キャッシュフロー」－「リスク額」となる。いま、 $E(CF)_t$  を  $t$  年度の期待キャッシュフロー、 $CE(CF)_t$  を  $t$  年度の確実性等価のキャッシュフロー、 $r_k$  をリスク調整割引率、 $r_F$  をリスクフリー・レートとすれば、確実性等価を求める一般式は下記(8)式から求めることができる<sup>14</sup>。すなわち期待キャッシュフロー  $E(CF)_t$  をリスク調整割引率で割り引いた現在価値額と、確実性等価  $CE(CF)_t$  をリスクフリー・レートで割り引いた現在価値額は、投資家にとり経済的に同等の価値があるとの前提である。

$$\frac{E(CF)_t}{(1+r_k)^t} = \frac{CE(CF)_t}{(1+r_F)^t} \dots\dots (8)$$

(8)式を展開すると下記の(9)式が成り立つ。

$$CE(CF)_t = E(CF)_t \times \frac{(1+r_F)^t}{(1+r_k)^t} \dots\dots (9)$$

ここで、下記(10)式のように定義された、 $\alpha_t$  は確実性等価係数（certainty equivalent coefficient）と呼

13 たとえば、前述 Brearly & Meyers, pp. 248-249では、米国の投資指数と海外の投資指数との関係に触れ、両者の相関関係は低いこと、ただし、海外の投資指数自体の標準偏差は米国よりも大きいことを説明してある。投資先の「投資先子会社」の収益性の評価と、日本における「親会社」の収益性の評価の両方の評価が必要になる。

14 以下の式の展開はつぎの論文を参照した。Alexander A. Robichek and Stewart Meyers, “Conceptual problem in the use of risk-adjusted discount rate”, *Journal of Finance* 21 (December 1966), pp. 727-730.



ばれる。

$$\alpha_t = \frac{(1+r_F)^t}{(1+r_k)^t} \dots\dots (10)$$

また、リスク額はつぎの式で求められる。

$$\text{リスク額}_t = (1 - \alpha_t) \times \text{期待キャッシュフロー } E(CF_t) \dots\dots (11)$$

$N$  期間にわたるキャッシュフローの現在価値額は、下記(12)式で求められる。

$$\text{現在価値額} = \sum_{t=1}^N \frac{CE(CF_t)^t}{(1+r_F)^t} = \sum_{t=1}^N \frac{E(CF_t) \times \alpha_t}{(1+r_F)^t} = \sum_{t=1}^N E(CF_t) \times \frac{(1+r_F)^t}{(1+r_k)^t} \times \frac{1}{(1+r_F)^t} \dots\dots (12)$$

#### 4. 個別リスクがプロジェクト期間中一定の場合の評価

まず個別リスクが各年度について一定の場合に、期待キャッシュフローの現在価値額を、確実性等価法で求める方法と、リスク調整割引率で求める方法を、以下検討してみる。

##### 4-1 確実性等価法

###### 1) マーケット・リスク、個別リスクおよび全リスクに対する確実性等価

個別リスクの場合、マーケット・リスクとは異なり、毎年度、恒常的にリスクが増加するわけではなく、一律の割引率で評価するのは適切でない。そこで毎年の期待キャッシュフローについての確実性等価を見積もり評価することが考えられる<sup>15</sup>。なお、マーケット・リスクについては、リスク料はCAPM等の確立した方法で、投資プロジェクトごとに計数化可能であり、リスク調整割引率で期待キャッシュフローの現在価値を求めればよく、その場合には、あえて期待キャッシュフローについて確実性等価に換算し、リスクフリー・レートで現在価値を求める実益は少ない。しかし個別リスクの場合には、年度ごとにリスクが変わるため、各年度のキャッシュフローを確実性等価に換算し評価する必要性が生じる。マーケット・リスクは、マイナスだけではなくプラスに働く場合もあるが、個別リスクが顕在化した場合には、通常、期待キャッシュフローは低下するという down side のリスクが生じる。この点でマーケット・リスクとは性格が異なり、リスクの評価方法も異なる<sup>16</sup>。

ここで、 $t$  年度の確実性等価額  $CE(CF_t)$  は、前述のとおり(9)式で表される。

15 マーケット・リスクに対する確実性等価について触れている経営財務の文献は多い。しかしながら個別リスクを含めた確実性等価の見積もりについて説明してあるものは筆者の知る限り見当たらない。これは個別リスクが分散可能なリスクとして考慮の外に置かれていることが主要因であろう。この点、理論と実務の間の乖離は大きい。

16 ただし海外投資プロジェクトにおける為替変動については、一概にダウンサイドのリスクとも言えない。例えば、現地通貨が母国に通貨に比較して弱くなれば、投資した海外資産の円ベースでの評価額は低下するであろう。他方、現地企業の主要な販売先が海外である場合には、現地企業の現地通貨ベースでの収入は増加するであろう。この意味では、為替リスクはマーケット・リスクの性格を有しているともいえる。

$$CE(CF_t) = E(CF_t) \times \frac{(1+r_F)^t}{(1+r_k)^t} \dots\dots (9)$$

いま、前提条件として、 $r_F$  はリスクフリー・レートで 2%，リスク調整割引率の  $r_k$  は、リスクフリー・レート 2% にマーケット・リスク料 4% を追加し 6% とする。また、マーケット・リスクのみを考慮した場合の確実性等価額を、CEM (certainty equivalent for market risk)、個別リスクのみを考慮した確実性等価額を CEU (certainty equivalent for unique risk)、マーケット・リスクおよび個別リスクを考慮した確実性等価額を CET (certainty equivalent for total risk) と定義してみる。この場合、まず CEM については、(9) 式より求められ、計算結果は (表 2) の列 2) に各年度の金額が計算してある。たとえば、1 年度の CEM は、 $100 \times (1.02 \div 1.06) = 96.2$ 、2 年度の CEM は、 $100 \times (1.02 \div 1.06)^2 = 92.6$ 、以下同様に 3、4、5 年度の CEM を求めることができる。その結果、各年度のマーケット・リスク額自体は、期待キャッシュフローから、CEM を控除すれば、(表 2) の列 3) の金額となるであろう。つぎに、マーケット・リスクのみならず個別リスクをも考慮した全リスクに対する確実性等価 (CET) は、(9) 式の  $r_k$  はリスクフリー・レート 2% にマーケット・リスク料 4% を加え、さらに個別リスク料 11.33% を追加すると 17.33% となる。この利率を (9) 式の  $r_k$  とすれば、各年度の全リスクを考慮した確実性等価額 CET が求められ、(表 2) の列 4) の金額となる。たとえば、1 年度は  $100 \times (1.02 \div 1.1733) = 86.9$ 、2 年度は  $100 \times (1.02 \div 1.1733)^2 = 75.6$  である。このように確実性等価額を求める場合、マーケット・リスク額のみを考慮した場合の CEM と、全リスクを考慮した場合の CET とでは、その確実性等価額に大きな差が生じることになる。

マーケット・リスク料、個別リスク料、および全リスク料に対応するリスク額がいくらかについては、各年度の期待キャッシュフローから、全リスクに対する確実性等価額を控除すれば、各年度の全リスク料に対応するリスク額が計算でき、計算結果は (表 2) の列 5) の金額である。つぎに、列 5) の全リスク額から列 3) のマーケット・リスク額を控除すれば、列 6) の個別リスク額が求められる<sup>17</sup>。各リスク額共に、毎年増加していることが分かる。

17 ここでのマーケット・リスク額と個別リスク額の計算は便宜的なものである。Robicheck & Meyers の確実性等価の計算式、たとえば式 (9) の分母は個別リスクを考慮すると  $1+r_k = 1+r_F + r_{PM} + r_{PU}$  であり、年数が増えれば当然  $r_F$ 、 $r_{PM}$ 、 $r_{PU}$  の各項の乗数項が増加し、その結果マーケット・リスクと個別リスクが相互に関連したリスク額も加わり、両リスク額を峻別することは困難である。ここで、確実性等価を計算する際の分母は、 $1+r_k = (1+r_F) \times (1+r_{PM}) \times (1+r_{PU})$  のように複利で計算することも論理的には可能であり、その場合、例えば  $(1+r_F)^t \div ((1+r_F) \times (1+r_{PM}))^t$  により CEM を求める等価係数が求まり、同様に  $(1+r_F)^t \div ((1+r_F)(1+r_{PU}))^t$  により CEU の等価係数が、また  $(1+r_F)^t \div ((1+r_F)(1+r_{PM})(1+r_{PU}))^t$  により CET の等価係数が求められる。このようにすると段階的に各リスクに対応した確実性等価額が計算できる。例えば、1 年度のマーケット・リスク額は  $100 - 100 \times 1.02 / (1.02 \times 1.04) = 3.85$  となり、CEM は期待キャッシュフロー 100 からマーケット・リスク額 3.85 を控除すれば 96.154 となる。つぎに CEM 96.154 に個別リスクの等価係数  $1.02 \div (1.02 \times 1.1133) = 0.8982$  を掛ければ  $96.154 \times 0.8982 = 86.37$  が得られるが、これはマーケット・リスクおよび個別リスクの両方のリスクを調整した後の、すなわち全リスク等価額 CET となる。実際に、期待キャッシュフロー 100 に全リスク等価係数  $1.02 \div (1.02 \times 1.04 \times 1.1133) = 0.8637$  を掛け合わせて求められる CET 86.37 と同一の数値になっていることが分かる。しかし、この場合でも分母は複利計算でマーケット・リスク料と個別リスク料の乗数項が複雑に計算される結果、両リスク額を厳密に峻別して把握することは困難である。

(表2) マーケット・リスクおよび個別リスクについての確実性等価額とリスク額

年度	1) 期待 CF	マーケット・リスク		全 リ ス ク		6) 個別リスク額
		2) 確実性等価 (CEM)	3) マーケット・ リスク額	4) 確実性等価 (CET)	5) 全リスク額	
1	100	96.2	3.8	86.9	13.1	9.3
2	100	92.6	7.4	75.6	24.4	17.0
3	100	89.1	10.9	65.7	34.3	23.4
4	100	85.7	14.3	57.1	42.9	28.6
5	100	82.5	17.5	49.7	50.3	32.8
計	500	446.2	53.8	335.0	165.0	111.2

個別リスク料17.33%が、マーケット・リスク4%料よりも割高であることにより、個別リスク料に対応するリスク額の方が、マーケット・リスクに対するリスク額よりも多額になっている。たとえば、2年度のリリスク額を見ると、個別リスク額は17.0であり、マーケット・リスク額7.4である。この結果にもとづき、毎年度のリリスク額の前年比の増加率を見ると、たとえば2年度的全リスク額の増加率は、 $(24.4 \div 13.1) - 1 = 87\%$ となる。個別リスク額の増加率も同様に計算できる。各年度の増加率の計算結果は(表3)のとおりで、全リスク額もマーケット・リスク額も個別リスク額も、各年度リリスク額は前年度に比較し金額自体は増加するが、その増加率自体は指数的に減少していることが分かる。

(表3) 各リリスク額の伸び率

年度	1) 全リスク額	2) 全リスク増 加率	3) マーケット・ リスク額	4) マーケット・ リスク増加率	5) 個別リスク 額	6) 個別リスク 増加率
1	13.1		3.8		9.3	
2	24.4	87%	7.4	96%	17.0	83%
3	34.3	40%	10.9	47%	23.4	37%
4	42.9	25%	14.3	31%	28.6	22%
5	50.3	17%	17.5	23%	32.8	15%
計	165.0	13%	53.8	18%	111.2	10%

ここで、マーケット・リスクを考慮し、投資プロジェクトを評価する場合には、経営財務ではプロジェクトの全期間を通じて、一律の割引率で、各年度のCFを現在価値に割り引くのが普通である。これはマーケット・リスク料自体は毎年変化しない前提をとっているためであり、また複利計算による計算の結果、マーケット・リスク料自体は、後の年度ほど指数的に増加し<sup>18</sup>、その結果、期待キャッシュフローが現在価値を計算する際に大きく割り引かれることになる。しかし、個別リスクの場合はどうであろうか。投資プロジェクトについて、個別リスク料が毎年、マーケット・リスク料と

18 例えば2年後の割引率は下記のとおりであり、キャッシュフローを割り引く分母は、いわゆる単利の割引率 $0.06 \times 2 = 0.12$ ではなく、複利の割引率で0.01236となり0.0036だけ増加し、それだけキャッシュフローは大きく割り引かれる。年数が<sup>2</sup>増えれば増えるほど、複利計算と単利計算との差は大きくなる。

$$(1 + r_F + r_M)^2 - 1 = 2r_F + r_F^2 + 2r_M + 2r_M r_F + r_M^2 = 2 \times 0.02 + (0.02)^2 + 2 \times 0.04 + 2 \times 0.04 \times 0.02 + (0.04)^2 = 0.1236$$

同様に一定の場合には、上記のように複利計算の結果、個別リスク料も増加してゆくことになる。

したがってリスク調整割引率にマーケット・リスク料と同様に、一律の個別リスク料もプラスして期待キャッシュフローを評価すると、キャッシュフロー自体の個別リスクが指数的に増加する場合には問題ないが、毎年のキャッシュフローの個別リスクが一定であったり、減少する場合には、過大に割り引いてしまうことになる。この点については後ほど検討してみる。

## 2) 主観確率による個別リスク料の見積もり

ここで個別リスク料  $rp_U$  の見積もりについて考えてみよう。投資プロジェクトの個別リスクを見積もる場合、通常用いるのは、期待キャッシュフローを回収できる確率、あるいは回収できない確率を年度ごとに見積もり評価する方法である。いま、ある海外投資プロジェクトについて、個別リスクを考慮しない場合には、各年度の期待キャッシュフロー100が5年間継続することと仮定する。そして当該国の政情に関連し将来国有化されるリスクがあり、そのリスクを主観確率で見積もると、毎年10%の確率であるものとする<sup>19</sup>。ここで、国有化のリスクは、マーケット・リスクとは独立した個別リスクと考えられる。海外投資プロジェクトの毎年度の非国有化の確率は90%となり、その結果、各年度において海外投資プロジェクトが国有化されることなく推移する累積確率は(表4)の列2) bのとおりである。たとえば、2年度の非国有化の累積確率は $0.9 \times 0.9 = 0.81 = 81\%$ となる。以下、各年度の累積確率が計算できる<sup>20</sup>。国有化の累積確率は列2) aのとおりであり、1年度は10%であり、2年度は1年度の10%にプラスして、1年度の非国有化の確率が90%で推移した場合、2年度には10%の確率でやはり国有化されると考えれば、累積確率は $0.1 + (0.9 \times 0.1) = 0.19 = 19\%$ となる。以下、同様にして計算できる。投資家がリスク中立型であるとすれば、各年度の期待キャッシュフローに、上記の累積確率を掛ければ、各年度の個別リスクである国有化に対するリスク額を控除した後の、いわば個別リスク控除後の確実性等価  $CEU$  ( $CF_t$ ) が求められる<sup>21</sup>。1年度は $100 \times 0.9 = 90$ 、2年度は $200 \times 0.81 = 81$ 、以下72.9, 65.6, 59.1となる。

ところで、主観確率と個別リスクのリスク料との間には、以下のような関係式を導ける。いま、単

19 この数字に格別の意味があるわけではなく、結果として計算される他の前提条件が、切りの良い数字になるように設定したものであり、実際に毎年の国有化等のリスクを見積もった結果の数値が、5%であっても20%であってもかまわない。

20 この評価は、統計学でいわれる客観確率ではなく「評価者の確信」に基づく主観確率である。

21 周知のごとく、投資家のリスク評価に対する態度は、効用の観点から「リスク愛好型」、「リスク中立型」、「リスク回避型」に分かれ、一般的に投資家は「リスク回避型」であるといわれている。本文では説明の簡便化のため「リスク中立型」の投資家を前提に、すなわち主観確率でウエイト付けしたキャッシュフローの期待値は、個別リスクに対する確実性等価に一致するとの前提で説明してある。一般的には投資家はリスク回避型であり、期待値と確実性等価の間には投資家が要求するリスク料だけ差異が生じるのが普通である。この場合には主観確率ではなく、効用関数を用い確実性等価を算出しリスク料を計算することが考えられる。例えば、年度の国有化の主観確率に基づくリスクを10%とすれば、期待キャッシュフロー100の値は $0.9(100) + 0.1(0) = 90$ となる。投資家の効用関数を、仮に「べき乗効用関数」の $U(x) = \sqrt{x}$ とすれば、 $E(U(x)) = 0.9U(100) + 0.1U(0) = 0.9\sqrt{100} + 0.1\sqrt{0} = 9$ となり、 $\sqrt{x} = 9$ より確実性等価のキャッシュフロー額は $x = 81$ となる。リスク料は $90 - 81 = 9$ となり、期待キャッシュフロー100に対する個別リスク額9の比率は、 $9 \div 100 = 0.09$ となる。したがって主観確率の10%の代わりに9%を用いればよいことになり、本稿の以下の主観確率の10%を9%に置き換えて解釈すればよい。なお、確実性等価の計算につき、榊原茂樹他「証券投資論」第3版(日本経済社)、pp. 79~81。

(表4) 累積主観確率

年度	1) 単年度国有化の確率	2) 累積確率		3) 期待 CF	4) 確実性等価
		a. 国有化	b. 非国有化		
1	0.1	0.1000	0.9000	100	90.0
2	0.1	0.1900	0.8100	100	81.0
3	0.1	0.2710	0.7290	100	72.9
4	0.1	0.3439	0.6561	100	65.6
5	0.1	0.4095	0.5905	100	59.1
計				500	368.6

年度の国有化の確率を  $P$  とし、リスクフリー・レートを  $r_F$  とし、個別リスク料を  $rp_U$  とする。期待キャッシュフローに累積確率を割りかけると、期待キャッシュフローの確実性等価額が求まるとすれば、下記(13)式が成り立つ。

$$(1 - P)^t = \left( \frac{1 + r_F}{1 + r_F + rp_U} \right)^t \dots\dots (13)$$

上記(13)式について、右辺と左辺はそれぞれ下記のとおりに展開できる。

$$\begin{aligned} \text{左辺：} (1 - P)^t &= \frac{1}{\left(\frac{1}{1-P}\right)^t} = \frac{1}{\left(1 + \frac{P}{1-P}\right)^t} \\ \text{右辺：} \left( \frac{1 + r_F}{1 + r_F + rp_U} \right)^t &= \frac{1}{\left(\frac{1 + r_F + rp_U}{1 + r_F}\right)^t} = \frac{1}{\left(1 + \frac{rp_U}{1 + r_F}\right)^t} \end{aligned}$$

したがって、下記(14)式および(15)式が求められる。

$$\frac{P}{(1 - P)} = \frac{rp_U}{1 + r_F} \dots\dots (14)$$

$$rp_U = \frac{P}{(1 - P)} \times (1 + r_F) \dots\dots (15)$$

ここで、 $P=0.1$ 、 $r_F=0.02$ の場合、対応する個別リスク料  $rp_U$  は(15)式より11.33%となる。

$$rp_U = (1 + r_F) \times [P \div (1 - P)] = (1.02) \times (0.1 \div 0.9) = 0.1133 = 11.33\%$$

マーケット・リスクに対するリスク料  $rp_M=0.04=4\%$  とすれば、個別リスク料11.33%とマーケット・リスク料4%とを合わせた合計リスク料、すなわち全リスク料は15.33%となり、全リスクを考慮した確実性等価額 CET は下記算定式(16)で計算できる。

$$CET_t = \text{期待 } CF_t \times \left( \frac{1 + r_F}{1 + r_F + rp_U + rp_M} \right)^t = 100 \times \left( \frac{1.02}{1 + 0.02 + 0.04 + 0.1133} \right)^t$$

$$= 100 \times \left( \frac{1.02}{1.1733} \right)^t \dots\dots (16)$$

### 3) 確実性等価での評価

上記(16)式の括弧内は、確実性等価係数であり、それぞれ1年度0.8694、2年度0.7557、3年度0.6570、4年度0.5711、5年度0.4965となり、各年度の確実性等価 CET は、1年度86.9、2年度75.6、3年度65.7、4年度57.1、5年度49.7となる。この全リスクを考慮した確実性等価額を評価する場合には、投資家はリスク料を考慮する必要はなく、したがってリスクフリー・レート<sup>2</sup>の2%で現在価値に割り引き計算をしてよい。各年度の計算結果は(表5)の列4)のとおりであり、1年度 $86.93 \div 1.02 = 85.2$ 、2年度 $75.57 \div 1.02^2 = 72.6$ 、以下、3年度61.9、4年度52.8、5年度45.0であり、現在価値合計額は、317.5となる。

(表5) 全リスクに対する確実性等価

年度	1) 期待キャッシュフロー	2) 等価係数	3) 確実性等価 (全リスク)	4) 確実性等価の現価、 割引率=1.02
1	100	0.8694	86.9	85.2
2	100	0.7557	75.6	72.6
3	100	0.6570	65.7	61.9
4	100	0.5711	57.1	52.8
5	100	0.4965	49.7	45.0
計	500		335.0	317.5

$$\begin{aligned}
 PV &= \sum_{t=1}^5 \frac{CE_t}{(1+r_F)^t} = \frac{86.9}{1.02} + \frac{75.6}{1.02^2} + \frac{65.7}{1.02^3} + \frac{57.1}{1.02^4} + \frac{49.7}{1.02^5} \\
 &= 85.2 + 72.6 + 61.9 + 52.8 + 45.0 = 317.5
 \end{aligned}$$

### 4-2 リスク調整割引率での計算

つぎに、マーケット・リスク料4%も含む全リスク料は $0.04 + 0.1133 = 0.1533 = 15.33\%$ であり、期待キャッシュフローに対するリスク調整割引率は $1 + r_F + r_{PM} + r_{PU} = 1.1733 = 17.33\%$ となり、5年間の毎年の期待キャッシュフローである100をそれぞれ現在価値に割り引いても同じ結果が得られる筈である。各年度の現在価値額の計算結果は(表6)の列3)のとおりであり、合計額は317.5となる。この計算結果は、上述の5年間の毎年の全リスク控除後の確実性等価額 CET をリスクフリー・レートで割り引いた現在価値額の317.5と同一の金額となることが分かる。

$$\begin{aligned}
 PV &= \sum_{t=1}^5 \frac{\text{期待 } CF_t}{(1+r_k)^t} = \sum_{t=1}^5 \frac{100}{(1+0.02+0.1133+0.04)^t} = \sum_{t=1}^5 \frac{100}{1.1733^t} \\
 &= \frac{100}{1.1733} + \frac{100}{1.1733^2} + \frac{100}{1.1733^3} + \frac{100}{1.1733^4} + \frac{100}{1.1733^5}
 \end{aligned}$$

(表6) リスク調整割引率での評価

年度	1) 期待キャッシュフロー	2) 現価係数	3) 現在価値額
1	100	0.8523	85.2
2	100	0.7264	72.6
3	100	0.6191	61.9
4	100	0.5277	52.8
5	100	0.4497	45.0
計	500		317.5

$$= 85.23 + 72.64 + 61.91 + 52.77 + 44.97 = 317.5$$

## 5. 個別リスクがプロジェクト期間中に変化する場合の評価

以上の計算は、個別リスクが一律である場合であったが、個別リスクは年度により変化する場合が普通である。仮に主観確率で見積もった各年度のリスクが発生する確率が、1～2年度は10%で、3～4年度は5%、5年度は0%とした場合には、どのように考えたらよいであろうか。この場合には、個別リスク料は(15)式より、1～2年度は11.33%、3～4年度は5.37%、5年度は0%であり、関連する利率は(表7)のとおりである。

(表7) 年度により個別リスクが変化する場合の利率

年度	$r_F$	$rp_M$	$(r_F + rp_M)$	$rp_U$	$(r_F + rp_M + rp_U)$
1	0.02	0.04	0.06	0.1133	0.1733
2	0.02	0.04	0.06	0.1133	0.1733
3	0.02	0.04	0.06	0.0537	0.1137
4	0.02	0.04	0.06	0.0537	0.1137
5	0.02	0.04	0.06	0	0.06

### 1) 確実性等価での計算

この場合には、全リスクに対する各年度の等価係数は、1年度は  $(1.02) \div (1.1733) = 0.8693$  であり、2年度の等価係数は  $(1.02)^2 \div (1.1733)^2 = 0.7557$  である。3年度は  $(1.02 \div 1.1733)^2 \times (1.02 \div 1.1137) = 0.6921$ 、4年度は  $(1.02 \div 1.1733)^2 \times (1.02 \div 1.1137)^2 = 0.6391$ 、5年度は  $(1.02 \div 1.1733)^2 \times (1.02 \div 1.1733)^3 \times (1.02 \div 1.06) = 0.6100$  となる。前述のケースに比較し、個別リスクが3～4年度は減少し、5年度には消滅したことに伴い、全リスクに対する確実性等価係数も改善し、したがって確実性等価 CET も増加する。1年度の確実性等価額は86.9、2年度75.6、3年度69.2、4年度63.9、そして5年度は61.0となる。この全リスクに対する確実性等価を、リスクフリー・レート2%で現在価値に割引引きの計算をすれば、5年間のキャッシュフローの現在価値額が求められ、1年度は  $86.93 \div 1.02 = 85.2$ 、2年度は  $75.6 \div 1.02^2 = 72.6$ 、以下、3年度は65.2、4年度

は58.6, 5年度は55.2であり, 合計の現在価値額は, 下記のとおり336.9となる。

計算結果は(表8)に示してある。

$$PV = \sum_{t=1}^5 \frac{CE_t}{(1+r_F)^t} = \frac{86.9}{1.02} + \frac{75.6}{1.02^2} + \frac{69.2}{1.02^3} + \frac{63.4}{1.02^4} + \frac{61.0}{1.02^5}$$

$$= 85.2 + 72.6 + 65.2 + 58.6 + 55.2 = 336.9$$

(表8) 全リスクに対する確実性等価

年度	(全リスク) 等価係数	(全リスク) 確実性等価	全リスク額	(全リスク) 確実性 等価の現価, 割引率 =1.02
1	0.8693	86.9	13.1	85.2
2	0.7557	75.6	24.4	72.6
3	0.6921	69.2	30.8	65.2
4	0.6391	63.4	36.6	58.6
5	0.6100	61.0	39.0	55.2
計		356.1	143.9	336.9

## 2) リスク調整割引率での計算

期待キャッシュフローを, 5年間個別リスク料が一定であるという前提での17.33%の割引率で一律に割り引くと, 期待キャッシュフローは過大に割り引かれ, 現在価値額は317となり, 本来ならば336.9の現在価値の案件が結果的に過小に評価されることになってしまう。この場合に, 5年間を一律の割引率で求めるとしたら, 適切な割引率は, 下記算定式で*i*を求めることができる。結果的に適切な一律のリスク調整割引率は14.8%であったことが分かる。

$$336.9 = \frac{100}{(1+i)} + \frac{100}{(1+i)^2} + \frac{100}{(1+i)^3} + \frac{100}{(1+i)^4} + \frac{100}{(1+i)^5}$$

$$i = 0.1479 \div 14.8\%$$

確かに, この14.8%の利率で割り引けば336.9という正しい現在価値が求まるわけであるが, この利率自体は, 上記のとおり確実性等価の手法で, 現在価値額が336.9であることが分かっていたので, その結果として, 計算できた利率である。その意味では, 個別リスクが年度により異なる場合には, 個別リスクを評価する手法としては, 確実性等価で評価すればよいことになる。

このように個別リスクがプロジェクトの途中で変化するにもかかわらず, 一律のリスク調整割引率で現在価値を求めることは, 案件を過小評価してしまい, 本来実施すべきであるにもかかわらず取りやめてしまったり, 逆に, 途中で個別リスクが上昇変化するような案件では, 本来棄却すべきであった案件を採用してしまうという, 間違った経営判断をおかす結果になることがある。

このような場合にリスク調整割引率で正しく評価するためには, 年度毎の個別リスク料の違いを反映し, 年度毎のリスク調整割引率は一律ではなく, 個別リスク料の変化に応じて, 変化させて評価することが必要となる。たとえば, この例では, 毎年の期待キャッシュフローを割り引く場合の現価係



数は、1年度は $1 \div 1.1733 = 0.8523$ 、2年度は $1 \div (1.1733)^2 = 0.7264$ 、3年度は $1 \div ((1.1733)^2 \times 1.1137) = 0.6522$ 、4年度は $1 \div ((1.1733)^2 \times (1.1137)^2) = 0.5856$ 、5年度は $1 \div ((1.1733)^2 \times (1.1137)^2 \times (1.06)) = 0.5525$ となる。現在価値額の計算結果は（表9）のとおりで、現在価値額の合計額は336.9となり、上記の確実性等価での計算結果と同一である。

（表9）年度ごとに異なるリスク調整割引率での割引計算

年度	期待 CF	現在価値係数	現在価値額
1	100	$1 / 1.1733 = 0.8532$	85.2
2	100	$1 / 1.1733^2 = 0.7264$	72.6
3	100	$1 / (1.1733^2 \times 1.1137) = 0.6522$	65.2
4	100	$1 / (1.1733^2 \times 1.1137^2) = 0.5856$	58.6
5	100	$1 / (1.1733^2 \times 1.1137^2 \times 1.06) = 0.5525$	55.2
計	500		336.9

## 6 ま と め

- 1) 投資プロジェクトを評価する場合には、将来の期待キャッシュフローを見積もり、リスク調整割引率で現在価値を求める方法が一般的である。一般的に用いられるCAPM法では、マーケット・リスクはリスク料として考慮するが、個別リスクについては分散可能なリスクとして無視されることになる。ここで投資プロジェクトの個別リスクも負担せざるを得ない投資家や経営者等の場合には、個別リスクも考慮し評価せざるを得ないが、その場合、一律の個別リスク料をプラスしてリスク調整割引率を設定し評価する方法が企業では用いられている。その場合、個別リスク料も指数的に増加することになる。個別リスクはプロジェクト期間中一定の場合あるいは減少する場合もあり、一律の個別リスク料での評価は、案件によって過小評価あるいは過大評価に陥る危険性がある。
- 2) 年度ごとに個別リスクが異なる場合、確実性等価法によりマーケット・リスクに加えて、個別リスクに対応するリスク額も期待キャッシュフローから控除し全リスクに対する確実性等価を見積もることが考えられる。しかしながら、わが国ではいうまでもなく、米国でも確実性等価での評価は、あまり利用されていないのが実情である。これは確実性等価係数あるいは確実性等価額を導く手順が確立していないためであると考えられている<sup>22</sup>。
- 3) そこで年度毎に異なる個別リスクを反映し、年度ごとに異なるリスク調整割引率で評価する方法が考えられる。個別リスク発生の主観確率が見積もれば、個別リスクに対応する個別リスク料は、一定の関係式から簡単に導くことが可能で、マーケット・リスク料に加え、個別リスク料も加え、年度ごとに異なるリスク調整割引率が求められる。期待キャッシュフローを、そのリスク調整

<sup>22</sup> Don Dayananda, Richard Irons, Steve Harrison, John Herbon, Patrick Rowland, *Capital budgeting*, (Cambridge University Press), p. 130.

割引率で割り引き計算を行えば正しい評価が可能となる。

また、期待キャッシュフローをリスク調整割引率で割り引いた結果と、確実性等価をリスクフリー・レートで割り引いた結果が経済的等価である関係を使えば、各年度の確実性等価係数および等価額を求めることが可能となり、マーケット・リスクのみでなく個別リスクも加えた全リスク料を考慮した確実性等価係数、確実性等価額を計算することが出来、したがってリスクフリー・レートで割引計算を行い評価することも可能となる。

- 4) 残った問題は、年度ごとの個別リスクの発生する主観確率をいかに正確に見積もるかである。これは過去の事例についてのデータ・ベースの集積・整理・分析が必要であり、企業の内外の専門家による評価等に依存することになるが、それは本稿の検討の範囲外である。

本稿は平成16年度科学研究費補助金、(基礎研究(C)(2)) 課題番号16530252による研究の一部である。